

УДК 575.224+631.27+631.52+631.528

МНОЖЕСТВЕННЫЕ МУТАЦИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ

Н.С. ЭЙГЕС¹, Н.Л. КУЗНЕЦОВА², Г.А. ВОЛЧЕНКО¹, В.Д. АРТАМОНОВ²,
Л.И. ВАЙСФЕЛЬД¹, С.П. ДОЛГОВА², Н.Н. КАХРИМАНОВА², С.Г. ВОЛЧЕНКО¹

¹ Учреждение Российской академии наук "Институт биохимической физики
им. Н.М. Эммануэля РАН"

Россия, 119334, г. Москва, ул. Косыгина, 4

e-mail: liv11@yandex.ru

² Учреждение Российской академии наук "Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина
РАН", Россия, 127276, г. Москва, ул. Ботаническая, 4

Методом химического мутагенеза создано широкое биоразнообразие озимой пшеницы, которое воплотилось в коллекцию, включающую высокофертильные, урожайные, зимостойкие и засухоустойчивые мутанты. Среди мутантов имеются образцы с высокими хлебопекарными свойствами, определяемые более генотипом и менее внешними условиями.

Ключевые слова: хозяйственно-ценные признаки, озимая пшеница, мутагенез, урожайность, хлебопекарные свойства, морозостойкость, засухоустойчивость, качество.

Введение. Методом И. А. Рапопорта [1] с использованием супермутагена этиленимина (ЭИ) в оптимальных дозах (0,01–0,04%) на высокомутабильном сорте ППГ 186 создана большая коллекция мутантов озимой пшеницы [2]. Часть коллекции, которая в настоящее время изучается наиболее интенсивно, состоит из образцов с хозяйственно-ценными признаками. Многие мутанты сочетают в себе несколько ценных признаков [2]. Генетический анализ показал, что разные мутантные признаки, присутствующие в одном образце, являются результатом различных множественных мутаций. Плейотропии у таких мутантов не обнаружено.

В комплексы множественных признаков входят в частности новые, не характерные для озимой пшеницы ценные признаки, получение которых с использованием только традиционных методов селекции затруднено, а часто невозможно, например, устойчивость к мучнистой росе. Считается, что у озимой мягкой пшеницы нет собственных генов, ответственных за устойчивость к мучнистой росе [3] или твердой головне. Имеющиеся в коллекциях ВИРа устойчивые линии и сорта, получили этот признак при отдаленных скрещиваниях от других видов или родов, например, от пырея, ржи, эгилопсов. Часто у форм, созданных традиционными методами селекции, устойчивость к мучнистой росе теряется быстро – через 3–4 года после возникновения [3]. Такие образцы часто не доходят даже до конкурсного сортоиспытания. Устойчивость к мучнистой росе у растений, полученных с использованием этиленимина, со-

храняется от 10 до 40 лет и более и носит моногенный характер. По причине отсутствия достаточного количества данных нам не известно, так же ли длительно сохраняется устойчивость к мучнистой росе под влиянием других мутагенов и на иных сортах или это характерно только для данного сочетания мутагена, диапазона доз и исходного сорта.

В нашей коллекции имеются также мутанты с редкими ценными признаками. Последние можно получить традиционными методами селекции, но по ряду причин это сделать трудно. К методам селекции, посредством которых возможно получение новых и редких ценных признаков у озимой пшеницы, относится метод отдаленной гибридизации, с помощью которого получают устойчивость к мучнистой росе и твердой головне, высокие адаптивные свойства, высокое содержание белка в зерне [4–6]. Однако использование данного метода, при всей его привлекательности, связано со значительными трудностями, возникающими из-за отдаленности геномов культурной пшеницы и иного, часто дикого вида или рода, например, ржи, видов эгилопса, пырея. Достаточно часто в первом гибридном поколении проявляется высокая стерильность, которая в той или иной степени наблюдается в ряде последующих поколений.

Использование этиленimina, одного из первых высокоэффективных супермутагенов открытых И.А. Рапопортом [1], при удачном сочетании диапазона доз и высокомутабильного исходного сорта озимой пшеницы дает возможность получать только генные мутации, связанные с высокой фертильностью, которая наблюдается как в первом поколении, так и у мутантов последующих поколений.

Эти мутанты, как правило, характеризуются наличием множественных мутаций, а не одной, как считалось ранее.

Среди большого разнообразия коллекции нами выделены мутантные образцы, обладающие комплексами ценных признаков, в том числе таких, которые трудно сочетать в одной форме в связи с наличием определенных естественных генетических барьеров. Вызывая множественные мутации, удается преодолевать некоторые нежелательные связи между признаками. В результате этого в одном мутанте можно сочетать такие трудно сочетаемые признаки, как высокая урожайность и высокие хлебопекарные свойства, высокая урожайность и высокое содержание белка в зерне, высокая урожайность и устойчивость к комплексу фитопатогенов, высокая урожайность и высокие адаптивные свойства, высокие адаптивные свойства и комплекс признаков, определяющих свойства сортов интенсивного типа.

Метод химического мутагенеза хорошо сочетается с традиционными методами селекции – гибридизацией, в том числе отдаленной, и отбором. В нашей работе в качестве исходного материала использовался сорт ППГ 186, являющийся отдаленным гибридом, полученным Н.В. Цициным и Г.Д. Лапченко от скрещивания озимой пшеницы с пыреем сизым. Данный сорт обладает рядом ценных свойств и ранее был широко распространен в областях Нечерноземья и в некоторых других. От пырея в нем присутствуют, например, такие признаки, как зимостойкость и хорошие хлебопекарные свойства. В 60-х годах XX века на смену этому сорту пришел более урожайный сорт Мироновская 808. Однако сорт ППГ 186 продолжает использоваться в наших работах по мутационной селекции. Он оказался высокомутабильным и именно на нем, как на исходном сорте, был получен с помощью этиленimina наиболее высокий выход мутаций, в том числе более высокая урожайность по сравнению с сортом Мироновская 808 [2].

При использовании оптимальных доз мутагена (0,01–0,04%) были получены мутантные формы с хозяйственно-ценными признаками и наиболее широкий спектр мутационной изменчивости. Широту спектра принято определять по числу типов мутантов, несущих мутационные изменения. При сравнении с действием иных химических супермутагенов на других сортах озимой пшеницы показано, что число мутантных типов не превышает 9–13, в то время как при использовании этиленимина в оптимальном диапазоне доз на исходном сорте ППГ 186 число мутантных типов превышало 50 [2, 7, 8].

На данном этапе исследований было найдено наиболее оптимальное сочетание “мутаген – доза – исходный сорт”. При изменении хотя бы одной из этих трех составляющих падает общая частота мутаций и мутаций, определяющих хозяйственно-ценные признаки, сужается спектр мутационной изменчивости. Такое же явление наблюдалось нами при использовании этиленимина на сорте Мироновская 808 или на этом же сорте – диметилсульфата и диэтилсульфата.

Широкий спектр мутационной изменчивости позволяет выделять формы с различными ценными признаками в том числе и с высокими хлебопекарскими качествами. Одним из направлений наших исследований является изучение хлебопекарных свойств у различных форм, выделенных из коллекции.

Целью нашей работы было выделение сортов и мутантных образцов, которые бы сочетали высокое качество с высокими адаптивными свойствами, достаточно высокими урожаями и другими ценными признаками, такими как высокие хлебопекарные свойства со стабильным проявлением в разных условиях.

Материалы и методы

В работе была использована коллекция мутантов, полученная в лаборатории мутационной селекции и профилактической защиты окружающей среды ИБХФ РАН. При ее создании был применен супермутаген этиленимин (ЭИ), а в качестве исходного сорта использован пшенично-пырейный гибрид – сорт ППГ 186, на котором под действием данного мутагена было получено широкое разнообразие мутантных признаков. При использовании ЭИ в диапазоне доз 0,01–0,04 %, экспозиции 24 часа и исходного сорта ППГ 186 был создан исходный материал для селекции. Отборы велись в условиях Московской области, в результате были получены сорта и перспективные образцы. В данной работе исследовались хлебопекарные свойства сортов и образцов за четыре года: 2001, 2004, 2006, 2007 гг. Исследовали сорта: Имени Рапопорта, Солнечный, Сибирская нива, Булава, Белая, образцы №№ 7628, 8, 7723, 7469. Определяли содержание белка в зерне, содержание сырой клейковины, общую стекловидность зерна, объемный выход хлеба, проводили валориметрическую и общую хлебопекарную оценку.

Результаты и обсуждение

В работе представлены данные по хлебопекарным свойствам за четыре года, из которых годы 2004 и 2006 были относительно благоприятными для формирования качества, а годы 2001 и 2007 – неблагоприятными. Труднополучаемые сочетания ценных признаков были получены у сортов и образцов, представленных в таблицах 1–2.

Сорт Имени Рапопорта, который был создан с использованием метода химического мутагенеза, по хлебопекарным свойствам находится на уровне сорта Московская 39 (сильная пшеница по оп-

ределению Всероссийского центра по оценке качества сортов) или превышает его по части показателей в разные годы. В 2001 году сорт Имени Рапопорта превышал сорт Московская 39 по общей хлебопекарной оценке, объемному выходу хлеба, валориметрической оценке, содержанию клейковины (табл. 1). Одновременно сорт обладает устойчивостью к мучнистой росе, к корневым гнилям, толерантен к снежной плесени. Кроме того он обладает высокими адаптивными свойствами: зимостойкостью, засухоустойчивостью, нетребовательностью к агрофону. В наиболее неблагоприятные годы выживал на низких агрофонах песчаных почв и переносил жесткие засухи (Егорьевский, Ногинский районы Московской области, Белоруссия) и на низких агрофонах суглинистых почв (Подольский район), когда иные сорта, созданные без участия мето-

да химического мутагенеза, не выживали и весной запахивались в 30% случаев или в значительной степени снижали урожайность.

Сорт Булава сочетает хорошее качество (табл. 1) с зимостойкостью и засухоустойчивостью, высокими урожаями в экстремальных условиях Восточного Казахстана.

Сорт Сибирская нива сочетает высокие хлебопекарные свойства (содержание белка в зерне, высокая валориметрическая оценка, удельная деформация теста, общая хлебопекарная оценка, объемный выход хлеба) (табл. 1, 2) с высокой зимостойкостью, засухоустойчивостью, толерантностью к снежной плесени, высокой урожайностью в экстремальных условиях Западной Сибири и с комплексом свойств, характерных для сортов интенсивного типа.

Таблица 1. Хлебопекарные свойства мутантных сортов озимой пшеницы. Подольский район Московской области. Урожай 2001 года

Показатель	Сорта				
	Булава	Сибирская Нива	Имени Рапопорта	Беседа	Московская 39 (стандарт)
Содержание белка, %	14,3	16,6	14,6	16,0	13,7
Содержание сырой клейковины, %	–	33,7	31,6	30,9	27,6
ИДК 1	–	55	80	65	50
Упругость теста	121	109	73	86	108
Упругость/растяжимость теста, ед.	1,6	1,2	0,7	0,9	1,5
Удельная работа деформации теста	346	452	292	342	345
Разжижение теста	80	0	20	0	30
Валориметрическая оценка	61	98	80	67	61
Объем хлеба из 100 г муки, мл	1290	1250	1250	1320	1190
Общая хлебопекарная оценка, балл	4,5	5,0	5,0	4,6	4,5

Примечание. Анализы проведены во Всероссийском центре по оценке качества сортов.

Таблица 2. Хлебопекарные свойства хеомутантных сортов и образцов озимой пшеницы. Урожайи 2004, 2006, 2007 гг. Опытное поле Отдела отдаленной гибридизации (Снегири) ГБС РАН

Сорт, номер образца	Содержание белка, %						Содержание сырой клейковины, %						Общая стекловидность, %						Показатель седиментации, мл					
	Годы			Среднее	Годы			Среднее	Годы			Среднее	Годы			Среднее	Годы			Среднее				
	2004	2006	2007		2004	2006	2007		2004	2006	2007		2004	2006	2007		2004	2006	2007					
Московская 39	12,14	15,51	14,17	13,94	28,2	35,6	40,8	34,9	43	53	82	59	26	35	31	31								
Имени Рапопорта	11,57	15,05	11,27	12,63	27,3	36,5	34,1	32,6	48	35	68	50	27	40	30	32								
7628	12,88	15,22	12,48	13,53	35,6	40,1	39,4	38,4	64	56	77	66	34	43	32	36								
Солнечный	11,86	13,51	12,08	12,48	32,0	35,3	33,2	33,5	53	46	64	54	28	39	30	32								
7723	11,91	13,31	11,17	12,13	31,8	34,4	35,8	34,0	15	25	60	33	27	44	30	34								
Сибирская нива	12,14	13,85	13,34	13,11	32,4	37,0	34,9	34,8	18	36	61	38	30	44	34	36								
7469	-	15,35	14,59	14,97	-	37,0	40,8	38,9	-	22	83	53	-	38	36	37								
8	-	14,54	12,31	13,43	-	36,3	30,3	33,3	-	48	60	54	-	36	31	34								
Беседа	-	16,82	-	-	-	37,6	-	-	-	51	-	-	-	45	-	-								
Белая	-	16,76	-	-	-	40,1	-	-	-	57	-	-	-	42	-	-								

Продолжение табл. 2

Название сорта и номер образца	Валлометрическая оценка, е. вал.						Объемный выход хлеба, см ³						Общая оценка хлебопекарного качества, балл					
	Годы			Среднее	Годы			Среднее	Годы			Среднее	Годы			Среднее		
	2004	2006	2007		2004	2006	2007		2004	2006	2007		2004	2006	2007			
Московская 39	68	64	58	63	510	690	640	613	3,8	4,2	3,7	3,9	4,2	3,7	3,9			
Имени Рапопорта	59	55	49	54	500	680	650	610	3,7	4,2	4,4	4,1	4,2	4,4	4,1			
7628	58	54	47	53	600	690	620	637	4,3	4,3	3,8	4,1	4,3	3,8	4,1			
Солнечный	58	51	51	53	610	710	650	657	4,2	4,7	4,5	4,5	4,7	4,5	4,5			
7723	50	54	58	54	600	720	610	643	4,3	4,5	4,2	4,3	4,5	4,2	4,3			
Сибирская нива	63	64	57	61	580	690	650	640	4,2	4,2	4,5	4,3	4,2	4,5	4,3			
7469	-	50	56	53	-	720	620	670	-	4,7	3,8	4,3	4,7	3,8	4,3			
8	-	54	50	52	-	680	620	650	-	4,3	4,1	4,2	4,3	4,1	4,2			
Беседа	-	51	-	-	-	700	-	-	-	4,2	-	-	4,2	-	-			
Белая	-	53	-	-	-	670	-	-	-	4,2	-	-	4,2	-	-			

Сорт Беседа сочетает высокие адаптивные свойства, устойчивость к корневым гнилям и мучнистой росе с высоким содержанием белка в зерне, высоким объемом выходом хлеба, высокой валориметрической оценкой (табл. 1, 2).

Из года в год сорт Имени Рапопорта и ряд других образцов коллекции (табл. 1, 2) сохраняют высокое хлебопекарное качество при разных условиях выращивания. Можно отметить, что у хемомутантных сортов и образцов, представленных в табл. 2, показатели общей стекловидности не всегда совпадают с высокими показателями качества.

Выводы

Как известно, хлебопекарные свойства обычно зависят от условий выращивания, агрофона, совокупности климатических данных – осадков, влажности воздуха, количества солнечных дней. Исследованные образцы стабильно из года в год на разных агрофонах и при разных климатических факторах проявляют высокие хлебопекарные свойства. Наибольшую стабильность по хлебопекарным свойствам в разные годы проявляют сорта Имени Рапопорта, Солнечный, Сибирская нива, это связано с тем, что у данных сортов признак качества более определяется генотипически и в меньшей степени зависит от внешних условий. Наиболее наглядно высокие хлебопекарные свойства у отдельных сортов и образцов проявились в 2006 году. Например, по содержанию белка в зерне выделяются сорта Беседа и Белая; по содержанию сырой клейковины – сорт Белая и перспективный образец 7628; по объемному выходу хлеба – сорта Солнечный, Беседа и перспективные образцы 7723, 7469; по

общей хлебопекарной оценке – сорт Солнечный и образцы 7469, 7723.

Список литературы

1. Рапопорт И.А. Карбонильные соединения и химический механизм мутаций // Докл. АН СССР. – 1946. – Т. 54, № 1. – С. 65–68.
2. Эйгес Н.С. Коллекция хемомутантов озимой пшеницы // Природа. – 1997. – № 1. – С. 26–35.
3. Ригина-Трайнина С.И., Одинцова И.Г. Мучнистая роса злаков (пшеницы и ячменя) // Генетика и селекция болезнестойчивых сортов. – М.: Наука. – 1974. – С. 77–117.
4. Белов В.И., Иванова Л.П. Промежуточные пшенично-пырейные гибриды, полученные с участием сортов озимой твердой пшеницы // Отдаленная гибридизация. – М., 2003. – С. 34–37.
5. Давоян Р.О., Бебякина И.В., Давоян Э.Р., Кекало Н.Ю. Использование генофонда диких сородичей для улучшения мягкой пшеницы // Отдаленная гибридизация. – М., 2003. – С. 82–87.
6. Долгова С.П., Кузнецова Н.Л., Калмыкова Л.П. Мукомольные хлебопекарные свойства промежуточных пшенично-пырейных гибридов // Отдаленная гибридизация. – М., 2003. – С. 83–85.
7. Дедуль Ф.А., Хуцишвили Г.А., Зоз Н.Н. Генетический эффект нитрозосодержащих мутагенов на пшенице / Применение химических мутагенов в сельском хозяйстве и медицине. – М.: Наука, 1973. – С. 162–166.
8. Сальникова Т.В. Генетическая активность N-нитрозо-N-метилбиурета на мягкой пшенице при различных условиях обработки / Химический мутагенез и иммунитет. – М.: Наука., 1980. – С. 114–118.

*Представлена О.В. Дубровной
Поступила 25.08.2009*

**МНОЖИННІ МУТАЦІЇ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ,
ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННІ
ОЗНАКИ**

*Н.С. Ейгес¹, Н.Л. Кузнецова², Г.А. Волченко¹,
В.Д. Артамонов², Л.І. Вайсфельд¹,
С.П. Долгова², Н.Н. Кахриманова²,
С.Г. Волченко¹*

¹Установа Російської академії наук "Інститут біохімічної фізики ім. Н.М. Емануеля РАН",
Росія, Москва 119334, вул. Косигіна, 4
e-mail: liv11@yandex.ru

²Установа Російської академії наук "Головний ботанічний сад ім. Н.В. Цицина РАН"
Росія, 127276, м. Москва, вул. Ботанічна, 4

Методом хімічного мутагенезу створено широке біорізноманіття озимой пшениці, яке втілюється в колекцію, що включає високофертильні, урожайні, зимостійкі та посухостійкі мутанти. Серед мутантів є зразки з високими хлібопекарськими властивостями, що визначаються більше генотипом і менше зовнішніми умовами.

Ключові слова: господарсько-цінні ознаки, озима пшениця, мутагенез, урожайність, хлібопекарські властивості, морозостійкість, посухостійкість, якість.

**MULTIPLE MUTATIONS OF WINTER WHEAT,
DETERMINING ECONOMIC-VALUABLE
CHARACTERS**

*N.S. Eiges¹, N. L. Kuznetzova², G.A. Volchenko¹,
V.D. Artamonov², L.I. Weisfeld¹, S.P. Dolgova²,
N.N. Kahrmanova², S.G. Volchenko¹*

¹ Russian Academy of Sciences "Emanuel Institute of Biochemical Physics RAS"
Russia, 119334, Moscow, Kosygina str. 4, Russia.
fax (499) 1374101
e-mail: liv11@yandex.ru

² Russian Academy of Sciences "Tsitsin Main Botanical Garden RAS"
Russia, 127276, Moscow, str. Botanical, 4

By the method of chemical mutagenesis the wide variety of winter wheat was created, which incarnated in collection of mutants. The collection includes varieties and samples with the high productivity. They possess the frost-resistance, drought-resistance, high quality. Among mutants there are samples with high bakery properties, determined more by a genotype and less by external environment.

Kew words: economic valuable characters, winter wheat, mutagenesis, productivity, bakery properties, frost-resistance, drought-resistance, quality.